

3196738

## Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stator manufacturing apparatus which can manufacture a stator coil whose total length is short.

SOLUTION: A stator is featured in such a way that end parts 31d, 31e, 32d, 32e of electric conductors 3, 31, 32 which protrude from the end part of a stator core 1 on one side are held, and that a twist restoring part 54 which can be moved relatively to the circumferential direction and the axial direction of the stator core 1 is provided. Since the twist restoring part 54 can be moved three-dimensionally with reference to the stator core 1, it is possible to prevent the electric conductors 3, 31, 32 from being pulled out from parts in which the end parts 31d, 31e, 32d, 32e of the electric conductors 3, 31, 32 are held, and the electric conductors 3, 31, 32 can be twisted. As a result, the bending R of the electric conductors 3, 31, 32 can be reduced, the total length of a stator coil can be made short, and a coil resistance can be reduced.



(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 特 許 公 報 ( B 2 )

(11) 特許番号

特許第3196738号

(P3196738)

(45) 発行日 平成13年 8 月 6 日 (2001. 8. 6)

(24) 登録日 平成13年 6 月 8 日 (2001. 6. 8)

(51) IntCl.<sup>7</sup>H 0 2 K 15/06  
3/12

識別記号

F I

H 0 2 K 15/06  
3/12

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-258783

(22) 出願日 平成10年 9 月 11 日 (1998. 9. 11)

(65) 公開番号 特開2000-92797 (P2000-92797A)

(43) 公開日 平成12年 3 月 31 日 (2000. 3. 31)

審査請求日 平成12年 3 月 28 日 (2000. 3. 28)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(72) 発明者 前田 和上

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式  
会社デンソー内

(72) 発明者 杉山 優

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式  
会社デンソー内

(72) 発明者 高橋 誠

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式  
会社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外 1 名)

審査官 栗林 敏彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステータ製造装置及びステータ製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 環状のステータコア (1) の端面から軸方向に沿って延び出す複数の電気導体 (3、31、32) を捻るステータ製造装置において、

前記電気導体 (3、31、32) の端部 (31d、31e、32d、32e) を保持し、前記ステータコア

(1) と同軸上を周方向及び軸方向に相対的に移動可能な整形部 (54) と、

前記整形部 (54) を周方向に駆動する周方向駆動部 (541a～544a) と、前記整形部 (54) を軸方向に駆動する軸方向駆動部 (54a、54b) とを備えることを特徴とするステータ製造装置。

【請求項 2】 前記電気導体 (3、31、32) は、前記スロット (2) 内において径方向に複数の層を形成しており、

前記整形部 (54) は、同軸上に配置され、相対的に回転可能な複数の捻り治具 (541～544) を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のステータ製造装置。

【請求項 3】 前記捻り治具 (541～544) は周方向のいずれの方向にも回転可能であることを特徴とする請求項 2 に記載のステータ製造装置。

【請求項 4】 前記複数の捻り治具 (541～544) には、前記電気導体 (3、31、32) の端部 (31d、31e、32d、32e) が挿入されて前記電気導体 (3、31、32) を保持する保持部 (541b、542b、543b、544b) が穿設されており、前記一の捻り治具 (541～544) に穿設された前記保持部 (541b、542b、543b、544b) と、前記一の捻り治具 (541～544) と径方向に隣接する他の捻り治具 (541～544) に形成された前

記保持部(541b、542b、543b、544b)との連通を防止する隔壁(541c~544c、542d、543d)を有することを特徴とする請求項2または請求項3に記載のステータ製造装置。

【請求項5】 前記複数の捻り治具(541~544)は、径方向に隣接して対なす一对の前記捻り治具(541~544)を含んでおり、これら一对の前記捻り治具(541~544)の前記保持部(541b、542b、543b、544b)の間に位置する前記隔壁(541c~544c)は、径方向に隣接するが対をなさない2つの前記捻り治具(541~544)の前記保持部(541b、542b、543b、544b)の間に位置する前記隔壁(542d、543d)より小さい厚さを持っていることを特徴とする請求項4に記載のステータ製造装置。

【請求項6】 前記複数の捻り治具(541~544)は、径方向に隣接する複数対の前記捻り治具(541~544)を備えることを特徴とする請求項5に記載のステータ製造装置。

【請求項7】 前記周方向駆動部(541a~544a)と前記軸方向駆動部(54a、54b)との動作を制御するコントローラ(55)をさらに備えることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1つに記載のステータ製造装置。

【請求項8】 前記周方向駆動部(541a~544a)と前記軸方向駆動部(54a、54b)との動作を制御するコントローラ(55)をさらに備え、前記コントローラ(55)は、径方向に隣接する前記捻り治具(541~544)を、相対的に回転させることを特徴とする請求項2から請求項6のいずれか1つに記載のステータ製造装置。

【請求項9】 多数のスロット(2)が周方向に並んで設けられた環状のステータコア(1)に、セグメント化された電気導体(3、31、32)を前記スロット

(2)内において径方向に複数の層を形成するように配置し、前記ステータコア(1)の一方の端部側の前記スロット(2)から出ている前記電気導体(3、31、32)の直線部に、径方向に隣接する前記電気導体(3、31、32)と隙間を設けつつ前記電気導体(3、31、32)の端部を保持し、前記ステータコア(1)に対して周方向及び軸方向に相対的に移動して捻り、前記電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)どうしを接合し導通することを特徴とするステータ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステータ製造装置に関し、特に乗用車、トラック等に搭載される車両用交流発電機のステータコイルの捻り装置に適用されるものである。

【0002】

【従来の技術】従来、車両用交流発電機の高出力化の要請に応えるため、ステータコアに設けられた複数のスロットにU字状のセグメント化された電気導体を同一方向から差し込み、それらを接合することにより固定子巻線を形成するものが提案されている。この構成では、U字状のセグメント化された電気導体を規則的に並べることができるため、スロット内の電気導体を高占積率化することができ、高出力化が可能となる。

【0003】複数のセグメント化された電気導体からステータコイルを形成するためには、電気導体の端部を他の電気導体の端部と接合する必要がある。国際公開第92/06527号パンフレット(1992)においては、ステータコアに挿入された複数の電気導体を接合して、ステータコイルを形成する製法が示されている。上記従来技術では、図9のように、一つのスロット2内の内周側と外周側とにそれぞれ2本ずつの電気導体が挿入されている。そして、図10に示すように、ステータコア1のスロット2の一端から出た外周側の電気導体131と内周側の電気導体132のそれぞれの直線部は、捻り治具154a、154bによって互いに周方向に逆向きに半磁極ピッチ分曲げられる。そして、半磁極ピッチ分曲げられた状態で、径方向に隣接する電気導体の端部どうしを接合することにより、ステータコイルが形成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術では、捻り治具154a、154bは周方向の動きのみを行っているため、回転とともに捻り治具154a、154bの電気導体収容部154cから電気導体131、132が抜けていく。捻りとともに電気導体131、132が抜けていくため、電気導体131、132の電気導体収容部154cの入口部分の曲げRが大きくなる。曲げRが大きくなると、ステータコイルの全長が長くなり、コイル抵抗が大きくなる。また、電気導体131、132が捻り治具154a、154bの電気導体収容部154cから抜ける際に、電気導体131、132に傷がつくため、接合部となる電気導体端部以外の部分にも傷が生じる。

【0005】また、特開昭60-241748号公報では、アーマチャコイルの捻り装置が示されている。このアーマチャコイルの捻り装置では、電気導体を捻る捻り治具は、周方向だけではなく、軸方向にも動くことが可能になっているので、捻り治具の回転とともに、電気導体が抜け、電気導体の曲げRが大きくなるのを防止できる。

【0006】コイルを成形するには、内周側と外周側との電気導体どうしが接合部以外で接触して短絡するのを防止するために、電気導体間に隙間を設ける必要がある。上記の特開昭60-241748号公報では、電気

導体間の隙間を形成するために、電気導体間に突起を挿入して内外の電気導体間を拡げて隙間を形成している。そして、隙間を形成した後に、電気導体端部を捻り治具に挿入して、電気導体に捻りを加えている。そのため、内外の電気導体間の短絡は防止できるが、電気導体には突起との接触部の広い範囲に傷が発生する。

【0007】また、上記特開昭60-241748号公報では、周方向及び軸方向の捻り軌道は、捻り治具に固定されたカムによって決定される。そのため、捻り軌道を変更するためには、捻り治具全体を交換する必要がある。本発明は上記問題に鑑みなされたものであり、全長の短いステータコイルを製造可能なステータ製造装置及び製造方法を提供することを目的とする。

【0008】また、本発明は電気導体の接合部以外に傷をつけずに電気導体を捻るステータ製造装置を提供することを目的とする。また、本発明は電気導体の先端を、それらを接合するのに適した形状に整形することが可能なステータ製造装置を提供することを目的とする。また、本発明は捻り治具による電気導体の捻りの軌道の変更が容易なステータ製造装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、環状のステータコア(1)の端面から軸方向に沿って延び出す複数の電気導体(3、31、32)を捻るステータ製造装置において、電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)を保持し、ステータコア(1)と同軸上を周方向及び軸方向に相対的に移動可能な整形部(54)と、整形部(54)を周方向に駆動する周方向駆動部(541a~544a)と、整形部(54)を軸方向に駆動する軸方向駆動部(54a、54b)とを備えることを特徴としている。

【0010】これによると、整形部(54)はステータコア(1)に対して、周方向のみならず、軸方向にも相対的に移動可能となっている。即ち、整形部(54)がステータコア(1)に対して3次元的に移動可能であるため、電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)を保持している部分から、電気導体(3、31、32)が抜けていくのを防止しつつ、電気導体(3、31、32)を捻ることができる。そのため、電気導体(3、31、32)の曲げRを小さくでき、ステータコイルの全長を短くすることができるため、コイル抵抗を小さくできる。

【0011】また、整形部(54)から電気導体(3、31、32)が抜けていくことがないため、電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)以外に傷がつくことを防止できる。なお、電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)は、捻り後に他の電気導体(3、31、3

2)の端部(31d、31e、32d、32e)と接合されるため、傷によるステータコイルへの影響はない。

【0012】さらに、整形部(54)は、周方向へは周方向駆動部(541a~544a)によって駆動され、軸方向へは軸方向駆動部(54a、54b)によって駆動される。即ち、周方向と軸方向への駆動はそれぞれ独立の駆動機構によって行われるため、整形部(54)による電気導体(3、31、32)の捻りの軌道を変更するためには、周方向駆動部(541a~544a)または軸方向駆動部(54a、54b)のいずれか一方のみの変更で可能となる。

【0013】請求項2に記載の発明では、電気導体(3、31、32)は、スロット(2)内において径方向に複数の層を形成しており、整形部(54)は、同軸上に配置され、相対的に回転可能な複数捻り治具(541~544)を備えることを特徴としている。これにより、コイル径の違う複数の各層に対して最適な捻りを加えることができる。

【0014】請求項3に記載の発明では、捻り治具(541~544)は周方向のいずれの方向にも回転可能であることを特徴としている。捻り治具(541~544)が周方向のいずれの方向にも回転可能であるため、電気導体(3、31、32)に所定角度以上の捻りを加えてから、所定角度まで戻すという作動を、捻り治具(541~544)にさせることができる。このような作動をすることにより、コイルのスプリングバックによる変形を防止することができる。

【0015】請求項4に記載の発明では、複数の捻り治具(541~544)には、電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)が挿入されて電気導体(3、31、32)を保持する保持部(541b、542b、543b、544b)が穿設されており、一の捻り治具(541~544)に穿設された保持部(541b、542b、543b、544b)と、一の捻り治具(541~544)と径方向に隣接する他の捻り治具(541~544)に形成された保持部(541b、542b、543b、544b)との連通を防止する隔壁(541c~544c、542d、543d)を有することを特徴としている。

【0016】また、請求項5に記載の発明では、複数の捻り治具(541~544)は、径方向に隣接して対なす一對の捻り治具(541~544)を含んでおり、これら一對の捻り治具(541~544)の保持部(541b、542b、543b、544b)の間に位置する隔壁(541c~544c)は、径方向に隣接するが対をなさない2つの捻り治具(541~544)の保持部(541b、542b、543b、544b)の間に位置する隔壁(542d、543d)より小さい厚さを持っていることを特徴とし、請求項6に記載の発明では、複数の捻り治具(541~544)は、径方向に隣接す

る複数対の捻り治具(541~544)を備えることを特徴としている。

【0017】スロット(2)から出た電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)は、各捻り治具(541~544)に穿設された保持部(541b、542b、543b、544b)によって保持されている。そして、各捻り治具(541~544)には、隣接する保持部(541b、542b、543b、544b)間の連通を防止する隔壁が設けられている。この隔壁の厚みは、複数の捻り治具(541~544)の径方向に隣接して対なす捻り治具(541~544)間には、隣接するが対をなさない捻り治具(541~544)間よりも小さくなるようにされている。例えば、整形部(54)が4層の捻り治具(541~544)から形成されて1層目と2層目並びに3層目と4層目とが対を形成している場合は、内層側から1層目と2層目の捻り治具(541、542)に穿設された保持部(541b、542b)間の隔壁並びに3層目と4層目の捻り治具(543、544)に穿設された保持部(543b、544b)間の隔壁は、2層目と3層目の捻り治具(542、543)に穿設された保持部(542b、543b)間の隔壁よりも厚みが小さく設定される。

【0018】各保持部(541b、542b、543b、544b)の連通を防止する隔壁を設けているため、各電気導体(3、31、32)間に隙間を作ることができる。このため、各電気導体(3、31、32)間が接触して短絡するのを防止することができる。また、1層目と2層目の捻り治具(541、542)及び3層目と4層目の捻り治具(543、544)をそれぞれ周方向逆向きに所定角度回転させることで、1層目と2層目及び3層目と4層目の電気導体(3、31、32)間の隙間を、2層目と3層目の電気導体(3、31、32)間の隙間より近接させることができる。これにより、接合する電気導体間、即ち1層目と2層目並びに3層目と4層目の電気導体間は接近させることができ、接合工程を容易にすることができる。

【0019】請求項7に記載の発明では、周方向駆動部(541a~544a)と軸方向駆動部(54a、54b)との動作を制御するコントローラ(55)をさらに備えることを特徴とし、請求項8に記載の発明では、コントローラ(55)は、径方向に隣接する前記捻り治具(541~544)を、相対的に回転させることを特徴としている。

【0020】これによると、周方向駆動部(541a~544a)と軸方向駆動部(54a、54b)との回転量及び昇降量はコントローラ(55)によって制御されているので、コントローラ(55)内の制御プログラムを変更することにより、容易に捻り量の変更が可能となる。各捻り治具541、542、543、544の回転

量を相互に独立して制御でき、それらの回転量と独立して昇降量を制御できるため、種々のステータにおいても、適切な捻り加工を加えることができる。

【0021】請求項9に記載の発明では、多数のスロット(2)が周方向に並んで設けられた環状のステータコア(1)に、セグメント化された電気導体(3、31、32)を前記スロット(2)内において径方向に複数の層を形成するように配置し、ステータコア(1)の一方の端部側の前記スロット(2)から出ている電気導体(3、31、32)の直線部に、径方向に隣接する電気導体(3、31、32)と隙間を設けつつ電気導体(3、31、32)の端部を保持し、ステータコア(1)に対して周方向及び軸方向に相対的に移動して捻り、電気導体(3、31、32)の端部(31d、31e、32d、32e)どうしを接合し導通することを特徴としている。

【0022】これにより、電気導体(3、31、32)を周方向だけでなく軸方向にも移動させながら捻っているので、電気導体(3、31、32)の曲げRを小さくでき、ステータコイルの全長を短くすることができるため、コイル抵抗を小さくできる。また、径方向に隣接する電気導体(3、31、32)間には隙間が形成されるので、隣接する電気導体(3、31、32)どうしが接触して短絡するのを防止することができる。

【0023】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。本発明の実施形態にかかる車両用交流発電機のステータ製造装置を図1から図7に基づいて説明する。図1はステータコアへのセグメントの挿入工程を示す斜視図、図2はステータコアに装備されるセグメントの斜視図、図3はスロット内におけるセグメントの収容状態を示す断面図である。本実施形態の車両用交流発電機のステータは、環状のステータコア1と、ステータコア1に形成されたスロット2内に配置された電気導体3により形成されるステータコイルと、ステータコア1と電気導体3との間を電気絶縁する絶縁フィルム4とで構成される。

【0025】ステータコア1には、多相のステータコイルを収容できるように、複数のスロット2が周方向に並んで設けられている。本実施形態では、3相のステータコイルを収容するように、36本のスロット2が等間隔に配置されている。ステータコア1のスロット2に配置される電気導体3は、U字状に形成された1本1本のセグメントとして把握することができる。このU字状のセグメントは、図2に示されるような大セグメント31と小セグメント32の2種類あり、大セグメント31の端部31d、31e及び小セグメント32の端部32d、

32eはテーバ状となっている。また、小セグメント32のターン部32cは大セグメント31のターン部31cに囲まれるようにして描えられて、外層側導体部31b、32bはスロット2の奥側に、内層側導体部31a、32aはスロット2開口側に位置するようにスロット2に2本同時に挿入される。1本のセグメントについて見ると、外層側導体部と内層側導体部とは、所定磁極ピッチT(本実施形態では3スロット)離れたスロット2に挿入される。即ち、大セグメント31の外層側収容部31bと内層側収容部31aとは、所定磁極ピッチT離れたスロット2に挿入され、同様に小セグメント32の外層側収容部32bと内層側収容部32aとは、所定磁極ピッチT離れたスロット2に挿入される。このようにして、各スロット2に電気導体3を挿入することにより、電気導体3は、図3に示されるように、1つのスロット2内の径方向に4層をなして1列に配置される。

【0026】各スロット2に電気導体3を配置した後、詳細を後述するステータコイル捻り装置5によって、スロット2の一端より出たセグメントの直線部が各層が交互に周回方向逆向きに半磁極ピッチ( $T/2$ )捻られる。即ち、本実施形態では、内層側から1層目、3層目の電気導体3は先端から見て反時計回り方向に1.5スロット捻られ、2層目、4層目の電気導体3は時計回り方向に1.5スロット捻られる。この各層の捻りの向きは、ステータコア1全周に渡って同一であり、したがって、各層内では全周にわたり同一方向に電気導体3が傾斜している。

【0027】各電気導体3を周方向に捻った後、内層側から1層目と2層目並びに3層目と4層目の電気導体3の隣接した端部どうしが、TIG溶接、ロー付け、抵抗溶接、電子ビーム溶接、レーザー溶接等を用いて、電気的導通を得るように接合され、3相のステータコイルが形成される。次に、スロット2より出た電気導体3の直線部を周方向に捻るステータコイル捻り装置5について説明する。

【0028】図4は本発明のステータコイル捻り装置5の模式的な縦断面図、図5は図4におけるA-A断面矢視図である。ステータコイル捻り装置5は、ステータコア1の外周部を受けるワーク受け51、ステータコア1の径方向の動きを規制して保持するクランパ52、ステータコア1の浮き上がりを防止するワーク押さえ53、ステータコア1の一端から出た電気導体3の直線部を捻るための捻り整形部54、捻り整形部54を軸方向に駆動するための昇降用シャフト54a、捻り整形部54を周方向に回転駆動する回転駆動機構541a~544a、昇降用シャフト54aを軸方向に移動するための昇降駆動機構54b、及び回転駆動機構541a~544aと昇降駆動機構54bとを制御するコントローラ55を備えて構成されている。

【0029】捻り整形部54は、同心状に配置された4

つの円筒状の捻り治具541~544がそれらの先端面を描いて配置されて構成されている。各捻り治具541~544は回転駆動機構541a~544aにより、周方向に独立に回転可能である。また、4つの捻り治具541~544は、昇降駆動機構54bにより昇降用シャフト54aを昇降することにより、同時に昇降可能となっている。

【0030】図5の断面図に示されているように、各捻り治具541~544の先端面には、電気導体3の端部31d、31e、32d、32eが挿入されて保持される電気導体挿入部541b~544bが穿設されている。この電気導体挿入部541b~544bはステータコア1に形成されたスロット2と等しい数だけ、各捻り治具541~544の周方向に並べて形成されている。この電気導体挿入部541b~544bは、径方向に隣接する電気導体挿入部541b~544bの連通を防止するための隔壁541c~544c、542d、543dが設けられている。なお、この隔壁541c~544c、542d、543dの厚みは、1層目と2層目との間の隔壁541c、542cで形成される間隔d1及び3層目と4層目との間の隔壁543c、544cで形成される間隔d3よりも、2層目と3層目との間の隔壁541d、542dで形成される間隔d2が大きくなるように設定されている。

【0031】次にステータコイル捻り装置5の作動について説明する。スロット2内に電気導体3が配置されたステータコア1は、ワーク受け51にセットされる。そして、ステータコア1の外周部がクランパ52によって固定される。その後、ワーク押さえ53でステータコア1の上部及び大セグメント31のターン部31cを押さえることにより、ステータコア1及び電気導体3の上下方向の動きを規制する。

【0032】クランパ52及びワーク押さえ53により、電気導体3が配置されたステータコア1が固定された後、昇降用シャフト54aによって捻り整形部54が上昇され、各捻り治具541~544に形成された電気導体挿入部541b~544bに電気導体3の端部31d、31e、32d、32eが挿入される。なお、電気導体挿入部541b~544bには電気導体3の端部31d、31e、32d、32eで、後に接合部となる長さのみが挿入可能である。また、電気導体3の端部31d、31e、32d、32eはテーバ状に形成されているため、電気導体挿入部541b~544bにスムーズに挿入される。

【0033】電気導体3の端部31d、31e、32d、32eが捻り整形部54の電気導体挿入部541b~544bに挿入された後、捻り整形部54は回転駆動機構541a~544aと昇降駆動機構54bとにより、回転並びに昇降される。なお、捻り整形部54の昇降は、捻り整形部541~544の全てが同時に行われ

る。また、捻り整形部54の回転に関しては、捻り治具541と捻り治具543とが時計回り方向に同位相だけ回転し、捻り治具542と捻り治具544とが反時計回り方向に同位相だけ回転する。

【0034】図6は、捻り治具541～544の昇降と回転とのタイミングを示す図である。まず、コントローラ55は、所定の角度 $\theta 1$ までは、捻り整形部54の回転のみを行うように回転駆動機構541a～544aを制御する。この所定角度の回転により、スロット2の出口部分及び電気導体挿入部541b～544bの入口部分の電気導体3に曲げRがつけられる。

【0035】その後、電気導体3について、スロット2の出口部分と電気導体挿入部541b～544bの入口部分との長さを一定に保つように、昇降駆動機構54bと回転駆動機構541a～544aとをコントローラ55により制御して捻り整形部54を回転しながら上昇させる。この際、電気導体3の端部31d、31e、32d、32eが円弧状の軌跡を描くように回転しながら上昇する。この円弧状の軌跡を描く捻りは、スプリングバックによる電気導体3の変形を防止するため、半磁極ピッチ( $T/2$ )である角度 $\theta 3$ を越えて角度 $\theta 2$ まで行われる。なお、この工程においては、捻り整形部541～544は、周方向だけでなく軸方向にも規定の加工量H2を越えてH1まで駆動されるが、既に電気導体3のスロット2の出口部分が曲げられているため、電気導体3が上昇してスロット2から抜け出ることにはない。

【0036】その後、前工程と逆向きの回転と下降をすることにより、角度 $\theta$ 、昇降量H2の位置まで、同じ軌跡上を戻す。このようにして、電気導体3の捻りを終了し、捻り整形部54を下降して捻り治具541～544の電気導体挿入部541b～544bから電気導体3の端部31d、31e、32d、32eを外す。電気導体3が外された捻り整形部54は回転駆動機構541a～544aによって回転され、原位置に戻される。

【0037】最後に、クランプ52及びワーク押さえ53が外され、図7に示されるような、電気導体3に捻りが加えられた状態のステータが取り出される。この後、隣りあう端部31d、31e、32d、32eを接合して所要のターン数をもった3相のステータコイルが形成される。なお、以上に述べたステータ製造装置によるステータの製造方法は、図8の流れ図に示されている。

【0038】すなわち、複数のセグメント31、32を製造する工程と、ステータコア1を板材の積層により製造する工程との後、ステータコア1に複数のセグメント31、32を軸方向から挿入する工程が行われ、上述の捻り工程が行われ、セグメントの先端部31d、31e、32d、32eを接合する接合工程が行われる。セグメント製造工程では、線材を加工して複数のセグメント31、32が製造される。挿入工程では、ステータコア1のスロット2内に複数のセグメント31、32が規

則的に挿し込まれる。なお、この挿入工程では、予めセグメント31、32を配列してからステータコア1に挿入する方法と、セグメント31、32を順にステータコア1に挿入する方法とを選択することができる。

【0039】捻り工程は、セグメント付きのステータを図4の装置へ装着し、電気導体の端部を治具に挿入して、捻り加工前の準備を行う装着工程と、図6にその動作が示される整形工程と、整形されたステータを取り出す取出工程とを含んでいる。ここで、整形工程には、まず電気導体の端部を周方向にのみ(図6の(0, 0)から( $\theta 1$ , 0)まで)回転変位させて電気導体を周方向に倒し、続いて電気導体の端部を周方向ならびに軸方向に(図6の( $\theta 1$ , 0)から( $\theta 3$ , H2)まで)変位させて電気導体を深く傾ける曲げ工程と、さらに所定の加工量を越えて電気導体の端部を周方向ならびに軸方向に(図6の( $\theta 3$ , H2)から( $\theta 2$ , H1)まで)変位させて電気導体を過剰に深く傾ける過剰曲げ工程と、電気導体の端部を所定の加工量まで(図6の( $\theta 2$ , H1)から( $\theta 3$ , H2)まで)戻す戻し工程とを含んでいる。

【0040】本実施形態では、捻り整形部54はステータコア1に対して、周方向だけでなく軸方向にも相対移動可能となっている。即ち、捻り整形部54がステータコア1に対して3次元的に移動可能である。そのため、電気導体3について、スロット2の出口部分と電気導体挿入部541b～544bの入口部分との長さを一定に保つように、電気導体3の端部31d、31e、32d、32eが円弧状の軌跡を描くように捻ることができるので、電気導体3が電気導体挿入部541b～544bから抜け出るのを防止することができる。そのため、電気導体3の曲げRを小さくでき、ステータコイルの全長を短くすることができたため、ステータコイルの抵抗を小さくすることができる。

【0041】また、本実施形態では、電気導体3の端部31d、31e、32d、32eのみが、電気導体挿入部541b～544bに挿入されており、また、前述のように電気導体3が電気導体挿入部541b～544bから抜け出ることにはない。従って、電気導体3の端部31d、31e、32d、32e以外に傷がつくのを防止できる。なお、電気導体3の端部31d、31e、32d、32eは、捻り後に他の電気導体3の端部31d、31e、32d、32eと接合されるため、傷によるステータコイルへの影響はない。

【0042】また、本実施形態では、各捻り治具541～544は周方向に独立に回転可能である。従って、スロット2内において形成されるコイル径の異なる複数の層に対して、最適な捻りを加えることが可能となる。また、各捻り治具541～544は周方向のいずれの方向にも回転可能であるので、半磁極ピッチ以上回転させてから半磁極ピッチの位置まで戻すことが可能である。こ



れにより、コイルのスプリングバックによる変形を防止することが可能となる。

【0043】また、本実施形態では、隔壁541c～544c、542d、543dの厚みは、1層目と2層目との間の隔壁541c、542c及び3層目と4層目との間の隔壁543c、544cよりも、3層目と4層目との間の隔壁541d、542dが大きくなるように設定されている。1層目と2層目および3層目と4層目とをそれぞれ逆方向に半磁極ピッチ回転すると、1層目と2層目および3層目と4層目の電位導体3が互いに接近する。一方、2層目と3層目の電気導体挿入部542b、543bは隔壁542d、543dの厚みが大きく設定されているため、2層目と3層目の電気導体3の間の隙間は大きくなる。これにより、接合する電気導体間、即ち1層目と2層目並びに3層目と4層目の電気導体間は接近させることができ、また、接合しない3層目と4層目の電気導体間は隙間を大きくして、接合工程を容易にすることができる。

【0044】なお、本実施形態では、捻り治具541、543は時計回り方向に、そして捻り治具542、544は反時計回りに回転させた。しかし、各捻り治具541から544を上記実施形態と反対方向に回転させて、電気導体3を捻っても同様にステータコイルを形成することが可能である。また、捻り治具541、542、543、544を交換することで、各種ステータに対応することができる。例えば、36スロットのステータに限らず、48、84、96といった、より多いスロット数をもったステータに対しても、捻り治具541、54

2、543、544の交換により対応することができる。しかも、各捻り治具541、542、543、544の回転量を相互に独立して制御でき、それらの回転量と独立して昇降量を制御できるため、種々のステータにおいても、適切な捻り加工を加えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態のセグメントの挿入工程を示す斜視図である。

【図2】実施形態のステータの部分的な断面図である。

【図3】実施形態のセグメントの斜視図である。

【図4】実施形態のステータコイル捻り装置の縦断面図である。

【図5】実施形態の捻り治具の正面図である。

【図6】実施形態の捻り整形部の作動図である。

【図7】実施形態のセグメント捻り後のステータのコイルエンドの部分的な斜視図である。

【図8】実施形態の製造手順を示す流れ図ある。

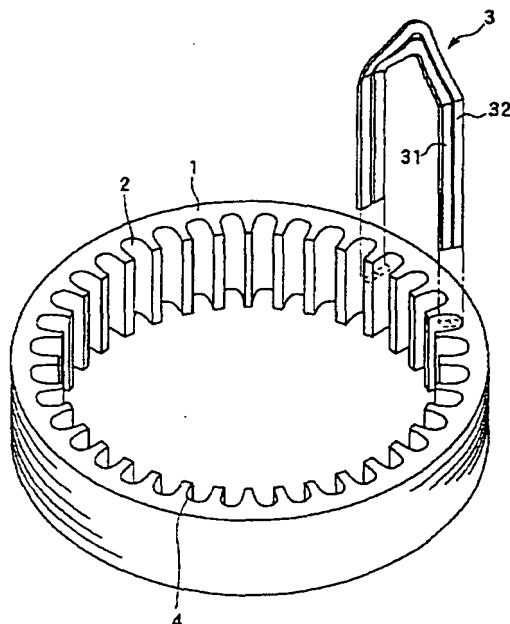
【図9】従来技術のスロット内の電気導体の配置を示すステータの断面図である。

【図10】従来技術の捻り治具による電気導体の捻りの様子を指示する模式図である。

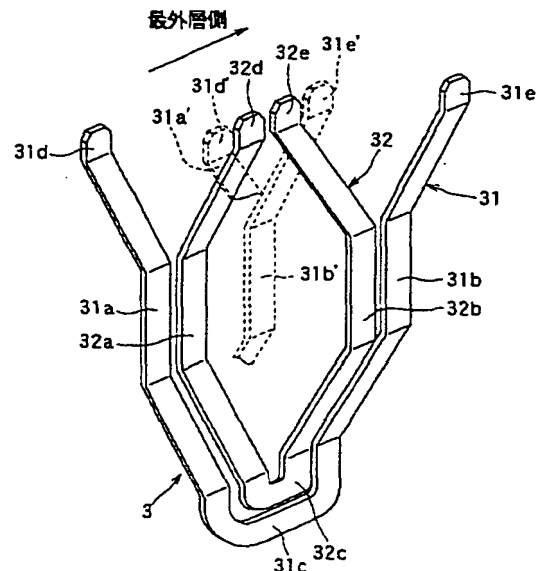
【符号の説明】

1…ステータコア、3…電気導体、51…ワーク受け、52…クランパ、53…ワーク押さえ、54…捻り整形部、541～544…捻り治具、541a～544a…回転駆動機構、54a…昇降用シャフト、54b…昇降駆動機構、55…コントローラ。

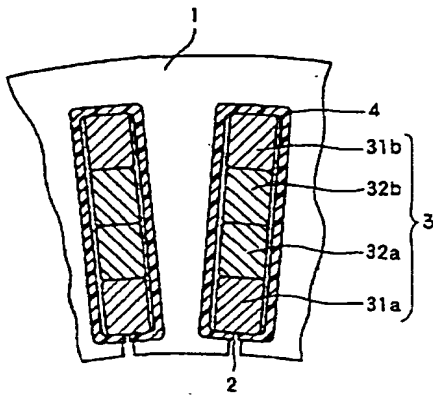
【図1】



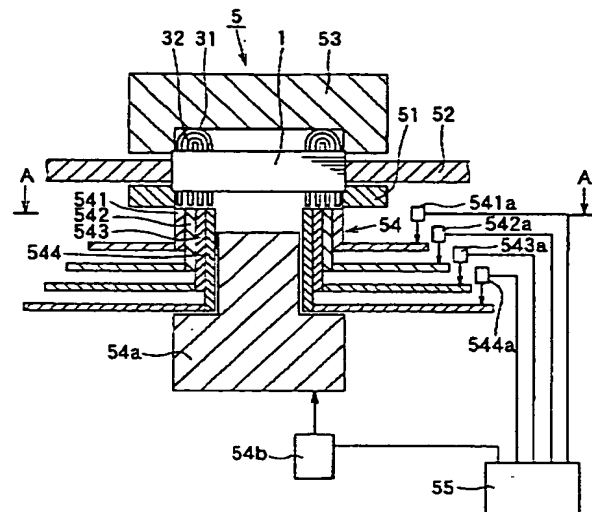
【図2】



【図 3】

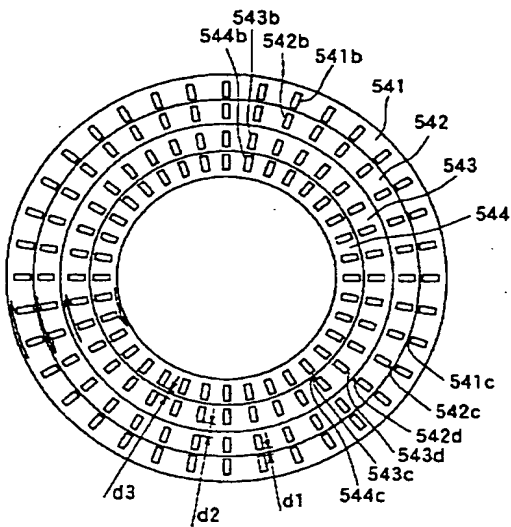


【図 4】

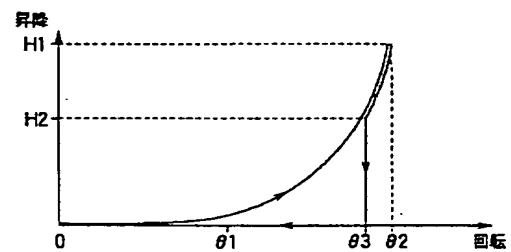


- 1:ステータコア  
 5:ステータコイル捲き装置  
 51:ワーク受け  
 52:クランプ  
 53:ワーク押さえ  
 54:捲き変形部
- 541~544:捲き治具  
 541a~544a:回転駆動機構  
 54a:昇降用シャフト  
 54b:昇降駆動機構  
 55:コントローラ

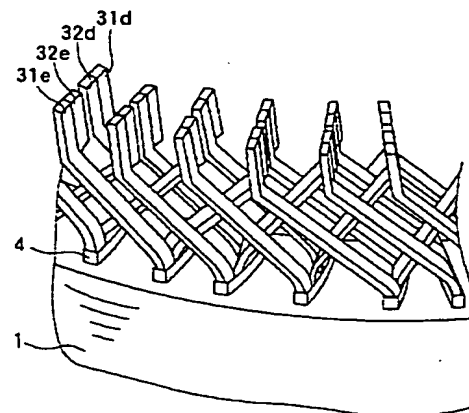
【図 5】



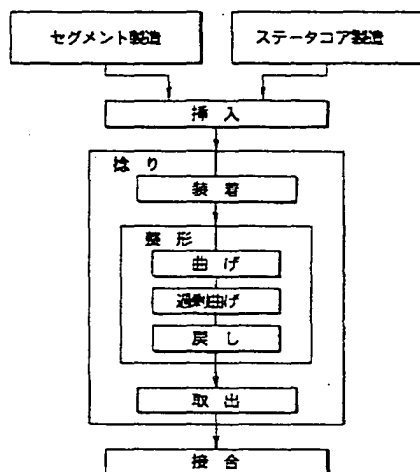
【図 6】



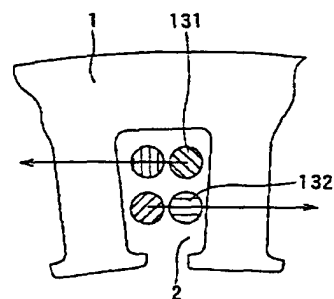
【図 7】



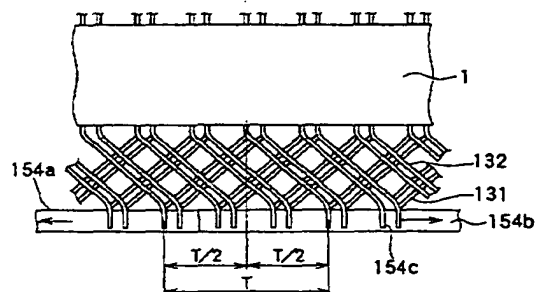
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72) 発明者 鎌倉 洋一

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式  
会社デンソー内

(56) 参考文献 特開 昭60-241748 (J P, A)  
特許2905365 (J P, B 2)  
特許3118837 (J P, B 2)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)

H02K 15/06

H02K 3/12

H02K 3/04

